Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы проектирования электронной компонентной базы», 8 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить основы проектирования электронной компонентной базы, выполненной по технологии, основанной на использовании биполярных транзисторов, и научиться проектировать топологию интегральных микросхем, с учетом требования производства.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 18 до 20 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены

правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 15 до 17 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 10 до 14 баллов.*

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 10 до 20 баллов включительно.

4. Задание и примерный перечень вариантов РГЗ(Р)

Задание

1. Выбрать слой для каждого резистора таким образом что бы количество его квадратов было оптимальным (2-10 квадратов) (расчеты числа квадратов показать преподавателю).
2. Рассчитать суммарную площадь конденсатора. Если суммарная площадь превышает 100×100 мкм, то разделить на сегменты, не превышающие 100×100 мкм (расчеты показать преподавателю).
3. Построить топологию данной схемы по биполярной технологии, соблюдая основные правила проектирования топологии.

Маршрут

Ф/л.1 Формирование n+-скрытых слоев
Ф/л.2 Формирование разделительной диффузии
Ф/л.3 Формирование p-базы
Ф/л.4 Формирование n+-типа эмиттера
Ф/л.5 Вскрытие толстого окисла в контактах и в конденсаторе
Ф/л.6 Формирование резисторов в резистивном слое

Ф/л.7 Формирование контактных окон в окисле
Ф/л.8 Формирование алюминиевой разводки
Ф/л.9 Под вскрытие контактных окон в защитном окисле

Таблица конструктивно-технологических ограничений

№ п/п	Наименование элемента	Минимальный размер, мкм
1	Ширина разделительной диффузии	10
2	Ширина Р-базовой шины	7
3	Ширина n+-эмиттерной шины	10
4	Шаг алюминиевой металлизации (шина + зазор)	10+3
5	Ширина линии реза	120
6	Контактное окно Al к диффузионным областям	4×4
7	Размер контактной площадки к кристаллу: - по Al - по защитному диэлектрику	 110*110 100*100
8	Перекрытие Р-базовой областью контактного окна	3
9	Перекрытие n+-областью контактного окна	3
10	Перекрытие Al контактного окна	4
11	Перекрытие Р- базовой областью n+-эмиттера	4
12	Расстояние от края РД до края Р+ базовой шины	16
13	Расстояние от края РД до края n+- шины	14
14	Расстояние от края РД до N+ скрытого слоя сурьмы	18
15	Расстояние между Р-базовыми областями:	8
16	Расстояние от базы NPN- транзистора до n+ области коллекторного легирования контакта	14
17	Шаг резистивного слоя (шина + зазор)	10+6
18	Перекрытие Al резистивного слоя	6
19	Перекрытие n+ - обкладкой конденсатора области вскрытия в ФСС (КО2)	5
20	Перекрытие Al - обкладкой конденсатора области вскрытия в ФСС (КО2)	2

Перечень фотолитографий технологического маршрута

Номер слоя	Наименование слоя	Совмещение	Тональ-ность	
1	N+скрытый слой (сурьма)	-	Т	
2	Слой разделитель-ной диффузии РД		С	
3	Р - база	2	Т	
4	N+ - эмиттер	3	Т	
5	Вскрытие по ФСС КО2 и конденсатор.	3	Т	
6	Резистивный слой	5	С	
7	Вскрытие контактных окон	5	Т	
8	Алюминий	5, 7	С	
9	Окна в пассивации	9	Т	
Примечание – Допуск на рассовмещение слоев по фотошаблону 1.0 мкм.				

Конструкторско-технологические параметры слоёв кристалла

№	Элемент структуры, слой	Тип прово-димости	Толщина, мкм	Сопротивление, Ом/кв
1	Подложка	p (КДБ)	460±20	10 Ом×см
2	N+-скрытый слой	n++ (КЭС)	11,0±2,0	45±15 (до разгон.) 27±13 (после разг.)
5	Эпитаксиальный слой	n (КЭФ)	13,5 ±1,4	4,0±0,4 Ом×см
6	Слой разделительной диффузии РД	p++	14-16 мкм	12±3 (в конце маршрута)
9	P+ - база	p+	2,7±0,3	155±15
10	N+ - эмиттер	n++	2,0±0,2	7,5±2,5
13	Газофазн. меж-слойный окисел 1		0,45±0,05	
14	Нитрид		850±80Å	
15	ФСС		0,4	
16	Резистивный слой (по выбору)		По выбору	
17	Al чистый		1,2±0,1	0,02±0,01
18	Защитный окисел		0,7±0,1	

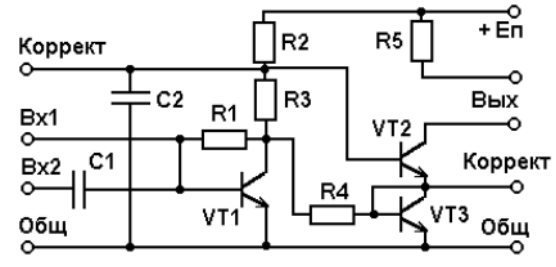
4.1.7. Удельное поверхностное сопротивление ρ_S резистивных паст (ПР)

Обозначение пасты	ПР-5	ПР-100	ПР-500	ПР-1К	ПР-3К	ПР-6К	ПР-20К	ПР-50К	ПР-100
Удельное поверхностное сопротивление ρ_S, Ом/□	5	100	$5\cdot10^2$	10^3	$3\cdot10^3$	$6\cdot10^3$	$2\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	10^5

Варианты

Вариант	Номер рисунка схемы	R1, кОм	R2, кОм	R3, кОм	R4, кОм	R5, кОм	R6, кОм	C1, пФ	C2, пФ
1	2	4,0	4,0	12	4,0	1,7		6,7	8,9
2	3	4,2	1,8	4,0	4,0	17	5,6	8,1	
3	5	4,8	5,0	18	4,0	2,0	1,5	5,6	
4	9	10	3,0	0,5	0,6	0,6	0,5	6	5,6
5	2	20	5,0	0,2	1	5,0		6,8	8
6	3	14	5,6	9,8	4,0	0,6	4,8	7,3	
7	5	10,0	4,0	2,0	10,0	1,5	1,0	8,5	
8	9	15,0	1,0	5,0	2,0	1,0	4	7,9	6,8

9	2	5,2	18	2,0	4,0	0,6		7	5
10	3	9,8	1,55	0,6	1,8	15	1,8	9	
11	5	3,5	5,9	5,0	12	4,0	0,5	8,1	
12	9	3,0	6,0	0,6	3,0	9,8	0,2	8,5	8,5
13	2	2,6	0,6	1,55	5,0	14		7,2	6
14	3	5,6	1,55	4,0	4,0	18	0,4	5,5	
15	5	13	5,6	9,8	4,0	0,6	4,8	6,7	
16	9	4,0	5,0	1,55	0,2	20	1,0	9	6,8



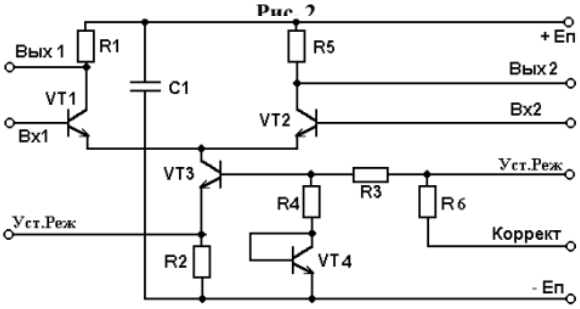


Рис. 3

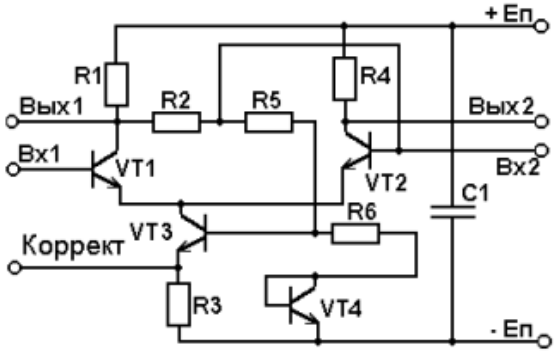


Рис. 5

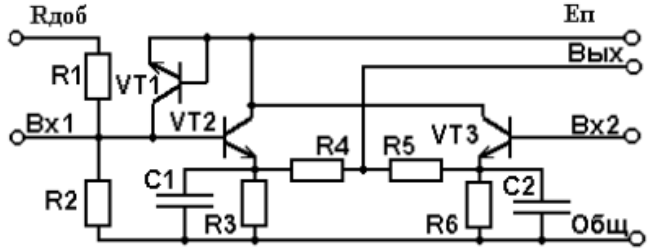


Рис. 9